

DOI: 10.35681/1560-9189.2023.25.1.287159

УДК 004.9: 519.688

В. Ю. Топунова¹, О. В. Нестеренко², І. А. Шубенкова¹, Ю. М. Селін¹

¹Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Проспект Берестейський, 37, 03056 Київ, Україна
тел. (+38044) 2049494, e-mail: mail@kpi.ua

²Міжнародний європейський університет,
Проспект Академіка Глушкова, 42-В, 03187 Київ, Україна
тел. +38 096 125 29 21, e-mail: oleksandr_nesterenko@ieu.edu.ua

Використання функціонально-вартісного аналізу в задачах вибору альтернатив

Розглянуто підхід до визначення варіантів можливих рішень шляхом вибору альтернатив у багатокритеріальних задачах із використанням апарату функціонально-вартісного аналізу. Наведено реалізацію підходу на прикладі аналізу тендерних пропозицій з метою вибору оптимального рішення з огляду як на економічні фактори, так і на характеристики предмету тендера, що впливають на його продуктивність. Представлені дослідження виконано на основі математичного апарату відповідної системи підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: функціонально-вартісний аналіз, багатокритеріальність, метод попарного порівняння, система підтримки прийняття рішень.

Вступ

Вирішення проблем на основі прийняття зважених рішень є невід'ємною складовою ведення бізнесу та важливою вимогою до займання керівничих посад у різних галузях діяльності. Прийняття рішень зазвичай передбачає вибір з-поміж двох або більше можливих альтернатив. Альтернативою є сукупність дій, що забезпечують комплексний підхід до вирішення проблеми. Альтернативи відображають суттєво різні підходи до проблеми або різні пріоритети в різних цілях, а також представляють особам, що приймають рішення (ОПР), реальні варіанти для вибору.

З вибором альтернатив пов'язано чимало труднощів. Коли альтернатив дуже багато, ОПР не завжди може звернути увагу на кожну з них. Із виникненням таких ситуацій зростає необхідність у чітких правилах вибору, в розробці сукупності правил, що дозволяють втілювати в життя несуперечливу та послідовну політику вибору.

© В. Ю. Топунова, О. В. Нестеренко, І. А. Шубенкова, Ю. М. Селін

Задачі прийняття рішень і методи їхнього вирішення залежать від числа критеріїв щодо вибору альтернатив. При невеликій кількості критеріїв завдання зіставлення двох альтернатив для ОПР є досить простим. У сучасному світі прийняття рішень орієнтовано на облік усіх відмінних якостей альтернатив, усього багатства їхнього опису, що істотно наближає формальні схеми до реального світу. Це веде до багатокритеріального опису проблем, що набуває все більшого поширення, і разом із тим, до суттєвого ускладнення завдання щодо вибору альтернатив [1, 2].

При великій кількості критеріїв вони зазвичай можуть бути об'єднані в групи залежних критеріїв, які мають певне смислове значення та свою назву. Такі групи, як правило, незалежні. Назву такої групи критеріїв можна розглядати як назву узагальненого критерію. Таким чином, з'являється ієрархія критеріїв. У ряді завдань можуть бути побудовані ієрархії критеріїв з різною кількістю рівнів. Підставою для природного об'єднання критеріїв у групи є можливість виділити плюси та мінуси альтернативи, її переваги та недоліки (наприклад, вартість і ефективність). Далі ці переваги та недоліки також можуть бути розділені на групи (наприклад, критерії, що важливі для ОПР, або для активних груп). Велику роль в утворенні груп грає залежність критеріїв [3, 4].

До всього необхідно додати, що на прийняття якісних рішень витрачається багато часу, адже в управлінській сфері рішення не можна приймати поспіхом. Процес повинен слідувати таким крокам як визначення проблеми, збір інформації і даних від стейкхолдерів, розробка та зважування варіантів, вибір найкращого можливого варіанта, планування та прийняття подальших дій [5]. При цьому, коли справа доходить до прийняття гарного зваженого рішення, покладатися занадто сильно на автоматичні дії, що впливають зі сприйняття, або занадто багато залежать від умовностей, коли інформація надходить з усіх боків, може бути небезпечним.

На сьогоднішній день існує чимало процесів і методів, які включають системи підтримки прийняття рішень, що спрямовані на удосконалення якості прийняття рішень, такі як інформаційний пошук, інтелектуальний аналіз даних, пошук знань у базах даних, метод аналізу ієрархій та ін.

Дуже важливо обрати найкращий метод для вирішення певної управлінської проблеми. При цьому важливу роль відіграють експерти, які знаються на всіх аспектах проблеми. Якщо експерт досконало володіє знаннями у своїй сфері, тоді його оцінки мають велике значення для прийняття рішення [6–9]. Одним із способів задоволення цих вимог є постановка проблеми прийняття рішень на математичній основі.

Прикладом, на якому особливо яскраво проявляються названі особливості вибору альтернатив, є проведення тендерних процедур, коли існує необхідність не лише обрати ту чи іншу пропозицію (альтернативу), але й обґрунтувати цей вибір задля запобігання виникнення конфліктних ситуацій. Особливістю таких завдань є врахування не лише технічних, а й економічних чинників, а також замкнута, не розширювана множина альтернатив [10]. Вибір найкращої економічної пропозиції є проблемою рішення з декількома критеріями, де може виникнути протиріччя між чинниками рішень. Отже ОПР повинна досягти компромісу між цими чинниками та визначити ваги для кожного з них.

Постановка задачі

Одним із ключових питань у багатьох організаціях, що впливає на її економічне життя, на прибуток і загальний прогрес є правильний вибір оцінки тендера. Для прийняття ефективного рішення необхідно враховувати всі переваги та недоліки кожної пропозиції, особливо з економічної точки зору. Процес прийняття рішень може ускладнюватися, через відсутність ієрархії критеріїв. Гарне рішення цієї проблеми можна було б отримати шляхом застосування відомого універсального методу аналізу ієрархій (Analytical Hierarchy Process — АНР), який має міцну математичну базу [5]. Однак методу аналізу ієрархій (МАІ) притаманна низка недоліків. Одним з них є надійність результатів, оскільки МАІ не передбачає перевірки достовірності даних, що може бути виправлено завдяки проведенню попереднього аналізу часового ряду для оцінки його типу та дослідження його показників. Враховуючи це, одним з перспективних рішень, які пропонуються в цих конфліктних ситуаціях та можуть доповнити МАІ, є математичний метод функціонально-вартісного аналізу [11] та оцінки вартості [12].

Формалізований опис методу

Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) — це технологія, яка дозволяє оцінити реальну вартість продукту або послуги незалежно від організаційної структури компанії. Як прямі, так і побічні витрати, розподіляються за продуктами та послугами залежно від потрібних на кожному етапі виробництва обсягів ресурсів. Виконані на цих етапах дії у контексті метода ФВА називаються функціями [11].

Мета ФВА полягає у забезпеченні правильного розподілу ресурсів, виділених на виробництво продукції або надання послуг, на прямі та непрямі витрати, тобто аналізу функцій продукту та виявлення усіх витрат на реалізацію цих функцій.

Фактично цей метод працює за таким алгоритмом [13]:

1) визначається послідовність функцій, необхідних для виробництва продукту. Спочатку — всі можливі, потім вони розподіляються за двома групами: ті, що впливають на вартість продукту, і ті, що не впливають. На цьому ж етапі також оптимізується (скорочується) послідовність цих функцій з урахуванням, щоб це не впливало на цінність продукту та відповідно на витрати;

2) для кожної функції визначаються повні річні витрати та кількість робочих годин;

3) для кожної функції на основі оцінок попереднього пункту визначається кількісна характеристика джерел витрат;

4) після того, як для кожної функції будуть визначені їхні джерела витрат, проводиться кінцевий розрахунок витрат на виробництво продукту.

Обґрунтування функцій і параметрів продукту

Розглянемо застосування ФВА на прикладі вибору програмного продукту. Головна функція F0 — розробка продукту, який аналізує дані методом аналізу ієрархій. Виходячи з конкретної мети, можна виділити наступні основні його функції:

1) F1 — вибір мови програмування;

2) F2 — використання готових бібліотек;

3) F3 — вибір готового програмного середовища на основі отриманих даних. Кожна з основних функцій може мати декілька варіантів реалізації.

Функція F1:

- 1) мова програмування C#;
- 2) мова програмування Python;

Функція F2:

- 1) написання алгоритмів роботи з даними вручну;
- 2) використання готової бібліотеки;

Функція F3:

- 1) використання системи SuperDecision;
- 2) використання платформи Windows Forms.

Виходячи з представлених варіантів, побудуємо морфологічну карту (рис. 1). Спираючись на цю карту побудуємо позитивно-негативну матрицю (табл. 1).

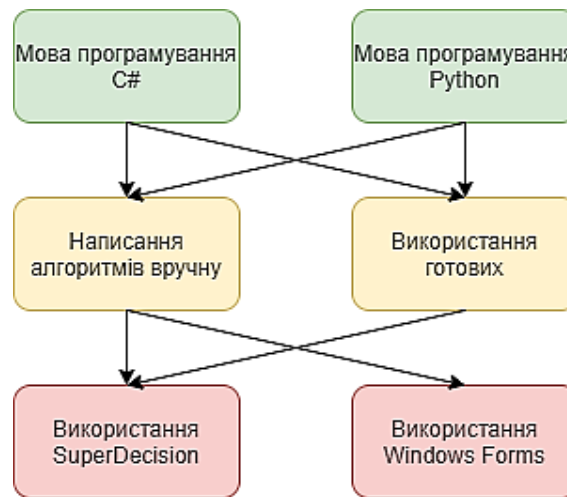


Рис. 1. Морфологічна карта

Таблиця 1. Позитивно-негативна матриця

Основні функції	Варіанти реалізації	Переваги	Недоліки
F1	А	Висока швидкодія, легкість розробки нових функцій, завдяки чому програму легко розвивати та адаптувати.	Код повільніше виконується
	Б	Відносно низька вартість розробки, наявність готових компонентів у відкритому доступі.	Важкий процес впровадження нових функцій
F2	А	Більша гнучкість у використанні	Необхідно більше часу для написання коду
	Б	Займає менше часу при написанні коду	Менша гнучкість у використанні
F3	А	Простота побудови моделі	Складність роботи з великою кількістю факторів
	Б	Легкість реалізації	Незручність у використанні

Для оцінювання якості розглянутих функцій обрано систему параметрів, яку описані нижче.

Для того, щоб охарактеризувати програмний продукт, будемо використовувати наступні параметри:

X1 — час розробки;

X2 — час роботи алгоритму;

X3 — рекомендована частота процесору;

X4 — час обробки результату.

X5 — рекомендована швидкість запису на диск

F1 відповідає X1, F2 — X2, X3, F3 — X4, X5.

Для характеристики прототипу програмного додатку використовуємо параметри X1–X5. На основі даних, що представлені в літературі, визначаємо їхні мінімальні, середні отримуванні та максимально допустимі значення (табл. 2).

Таблиця 2. Система параметрів додатку

Найменування параметра	Позначення параметра	Значення параметра		
		Мінімальне	Середнє	Максимальне
Час розробки, людина*год	X1	250	450	650
Час роботи алгоритму, мс	X2	100	300	700
Рекомендована частота процесора, ГГц	X3	1,6	1,8	2,0
Час обробки результату, мс	X4	10	30	80
Рекомендована швидкість запису на диск, МБ/с	X5	0	25	45

Вагомість параметрів оцінюється за допомогою методів попарного зрівняння. Ранги варіюються від 1 до 5. Результати наведено в табл. 3 і табл. 4.

Таблиця 3. Результат оцінки параметрів

Параметр	Ранг параметра за оцінкою експерта							Сума рангів, R_i	Відхилення Δ_i	Квадрат відхилення, $(\Delta_i)^2$
	1	2	3	4	5	6	7			
X1	2	2	1	3	1	1	2	12	-9	81
X2	1	1	3	1	2	3	1	12	-9	81
X3	3	3	2	4	3	2	3	20	-1	1
X4	4	5	4	2	4	4	4	27	6	36
X5	5	4	5	5	5	5	5	34	13	169
Разом	15	15	15	15	15	15	15	105	0	368

Підрахуємо коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 368}{7^2(5^3 - 5)} = 0,751 > W_k = 0,67.$$

Так як коефіцієнт конкордації більше нормативного, результати вважають достовірними.

Розрахунок вагомості параметрів наведено в табл. 5

Таблиця 4. Попарне порівняння параметрів (найменше значення рангу — 1, найбільше — 5)

Параметри	Експерти							Кінцева оцінка	Числове значення
	1	2	3	4	5	6	7		
X1 та X2	>	>	<	>	<	<	>	>	1,5
X1 та X3	<	<	<	<	<	<	<	<	0,5
X1 та X4	<	<	<	>	<	<	<	<	0,5
X1 та X5	<	<	<	<	<	<	<	<	0,5
X2 та X3	<	<	>	<	<	<	<	<	0,5
X2 та X4	<	<	<	<	<	<	<	<	0,5
X2 та X5	<	<	<	<	<	<	<	<	0,5
X3 та X4	<	>	<	>	<	<	<	<	0,5
X3 та X5	<	<	<	<	<	<	<	<	0,5
X4 та X5	<	>	<	<	<	<	<	<	0,5

Таблиця 5. Розрахунок вагомості параметрів

Параметри	Параметри					Перший крок		Другий крок		Третій крок	
	X1	X2	X3	X4	X5	b_i	K_{ei}	b_i	K_{ei}	b_i	K_{ei}
X1	1	0,5	1,5	1,5	1,5	6	0,24	36	0,267	216	0,27871
X2	1,5	1	1,5	1,5	1,5	7	0,28	49	0,363	343	0,442581
X3	0,5	0,5	1	1,5	1,5	5	0,2	25	0,185	125	0,16129
X4	0,5	0,5	0,5	1	1,5	4	0,16	16	0,118	64	0,082581
X5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	3	0,12	9	0,067	27	0,034839
Загалом:						25	1	135	1	775	1,00

Враховуючи дані з порівнянь варіантів реалізацій функцій, можна виключити з реалізацій функцій наступні варіанти: F1(Б), F3(А). Залишаються наступні варіанти:

- 1) F1(А) => F2(А) => F3(А);
- 2) F1(А) => F2(Б) => F3(А).

Виходячи з цього, розрахуємо показники рівня якості варіантів реалізації основних функцій програмного продукту (табл. 6).

Таблиця 6. Розрахунок показників рівня якості варіантів реалізації основних функцій ПП

Основна функція	Варіант реалізації	Параметр	Абсолютне значення параметра	Бальна оцінка параметра	Коефіцієнт вагомості параметра	Коефіцієнт якості
F1	А	X1	570	2,5	0,27871	0,697
F2	А	X2	633	2,0	0,442581	0,885
		X3	1,85	4,1	0,16129	0,661
	Б	X2	530	3,4	0,442581	1,505
		X3	1,9	2,8	0,16129	0,451
F3	А	X4	65	2,9	0,082581	0,239
		X5	40	2,7	0,034839	0,094065

Обрахуємо коефіцієнти якості кожного із варіантів розробки:

$$K_{я1} = 0,697 + 0,885 + 0,661 + 0,239 + 0,094065 = 2,576;$$

$$K_{я2} = 0,697 + 0,885 + 1,505 + 0,451 + 0,239 + 0,094065 = 3,871.$$

Оскільки варіант 2 має найбільший коефіцієнт якості, він є найкращим.

Економічний аналіз варіантів розробки

Для оцінки трудомісткості розробок спочатку проведемо її розрахунок. Усі варіанти включають в себе два окремих завдання:

- 1) розробку проекту програмного продукту;
- 2) розробку програмної оболонки.

Для реалізації завдання 1 використовується довідкова інформація, а завдання 2 використовує інформацію у вигляді даних.

Також кожний із варіантів має два додаткових завдання, яке є реалізаціями розгалужених варіантів розробки незалежного модуля. Далі наведено варіанти додаткових завдань (одне завдання, яке має номер 3 в реалізації та одне завдання, яке має номер 4 в реалізації):

- 3) реалізація методів аналізу;
- 4) обробка інтерфейсу готових бібліотек.

Завдання 1 за ступенем новизни відноситься до групи А, завдання 2 — до групи Б. За складністю алгоритми, які використовуються в завданні 1, належать до групи 1, а в завданні 2 — до групи 2.

Для першого завдання, виходячи із норм часу для завдань розрахункового характеру ступеня новизни А та групи складності алгоритму 1, трудомісткість дорівнює: $T_p = 27$ людино-днів. Поправочний коефіцієнт, який враховує вид нормативно-довідкової інформації для першого завдання: $K_{II} = 1,35$. Поправочний коефіцієнт, який враховує складність контролю вхідної і вихідної інформації для всіх семи завдань рівний 1: $K_{СК} = 1$. Оскільки при розробці першого завдання використовуються стандартні модулі, врахуємо це за допомогою коефіцієнта $K_{СТ} = 0,6$. Тоді за відомими формулами загальна трудомісткість програмування першого завдання T_I дорівнює $44 \cdot 1,35 \cdot 0,6 = 35,64$ людино-днів.

Для другого завдання (використовується алгоритм третьої групи складності, ступінь новизни Б), тобто

$$T_p = 30 \text{ людино-днів}; K_{II} = 0,7; K_{СК} = 1; K_{СТ} = 0,6;$$

$$T_2 = 30 \cdot 0,7 \cdot 0,6 = 12,6 \text{ людино-днів.}$$

Для третього завдання (використовується алгоритм другої групи складності, ступінь новизни — Г):

$$T_p = 15 \text{ людино-днів};$$

$$K_{II} = 0,75; K_{СТ} = 0,6;$$

$$T_3 = 5 \cdot 0,75 \cdot 0,6 = 2,25.$$

Для четвертого завдання (використовується алгоритм третьої групи складності, ступінь новизни Г):

$$T_p = 10 \text{ людино-днів};$$

$$K_{II} = 0,7; K_{СТ} = 0,6;$$

$$T_4 = 10 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 4,2.$$

Визначимо повну трудомісткість варіантів(людино-днів):

$$T_I = 35,64 + 12,6 + 2,25 = 50,49 \text{ людино-днів};$$

$$T_{II} = 35,64 + 12,6 + 4,2 = 52,44 \text{ людино-днів};$$

Найбільш високу трудомісткість має варіант II.

Далі вважається, що робочий день складає 8 годин, в тижні п'ять робочих днів. В розробці бере участь один програміст з окладом 18000 у.о. та тестувальник з окладом 13500 у.о. Визначимо середню заробітну плату за годину:

$$C_q = \frac{18000 + 13500}{2 * 22 * 8} = 89,489.$$

Тоді заробітна плата для кожного із варіантів реалізації (у.о.):

1) $C_{ЗП} = 89,489 * 8 * 50,49 = 36146,397$;

2) $C_{ЗП} = 89,489 * 8 * 52,44 = 37542,425$.

Відрахування на соціальне страхування (22 %) (у.о.):

1) $C_{ВД} = 36146,397 * 0,22 = 7952,207$;

2) $C_{ВД} = 37542,425 * 0,22 = 8259,334$.

Далі розрахуємо витрати на оплату однієї машино-години. Враховуючи, що вона обслуговує одного спеціаліста з окладом 18000 у.о. та одного з окладом 13500 у.о. з коефіцієнтом зайнятості 0,4, то для двох машин отримаємо

$$C_2 = 12 * 18000 * 0,4 + 12 * 13500 * 0,4 = 151200 \text{ у.о.}$$

Враховуючи додаткову заробітну плату,

$$C_{ЗП} = 151200 * (1 + 0,35) = 204120.$$

Відрахування на соціальне страхування:

$$C_{ВД} = 204120 * 0,22 = 44906,4.$$

Розрахуємо амортизаційні підрахунки:

$$C_A = K_{ТМ} * K_A * Ц_{ІПР} = 1,15 * 0,25 * 25000 = 7187,5 \text{ у.о.}$$

Розрахуємо витрати на ремонт і профілактику:

$$C_P = K_{ТМ} * Ц_{ІПР} * K_P = 1,15 * 25000 * 0,05 = 1437,5 \text{ у.о.}$$

Розрахуємо ефективний годинний фонд часу ПК за рік:

$$T_{ЕФ} = (365 - 142 - 16) * 8 * 0,8 = 1324,8 \text{ год.}$$

Розрахуємо витрати на електроенергію:

$$C_{ЕЛ} = 1324,8 * 0,6 * 1,75 * 3 = 4173,12 \text{ у.о.}$$

Накладні витрати рівні:

$$C_H = 25000 * 0,67 = 16750 \text{ у.о.}$$

Отже експлуатаційні витрати (у.о.):

$$C_{ЕКС} = 204120 + 44906,4 + 7187,5 + 1437,5 + 4173,12 + 16750 = 278574,52.$$

Тоді собівартість однієї машино-години ЕОМ дорівнюватиме:

$$C_{М-Г} = \frac{278574,52}{1324,8} = 210,27 \text{ у.о./год.}$$

Враховуючи, що всі роботи ведуться на ЕОМ, витрати на оплату машинного часу будуть:

- 1) $C_M = 210,27 * 8 * 50,49 = 84932,26$;
- 2) $C_M = 210,27 * 8 * 52,44 = 88212,47$.

Накладні витрати відповідно:

- 1) $C_H = 84932,26 * 0,67 = 56904,61$;
- 2) $C_H = 88212,47 * 0,67 = 59102,35$.

Розрахуємо повну вартість розробки за варіантами:

- 1) $C_{III} = 36146,397 + 7952,207 + 84932,26 + 56904,61 = 185935,474$;
- 2) $C_{III} = 37542,425 + 8259,334 + 88212,47 + 59102,35 = 193116,579$.

Вибір кращого варіанта техніко-економічного рівня

Розрахуємо коефіцієнт техніко-економічного рівня:

$$K_{TEP1} = \frac{2,576}{185935,474} = 1,37 * 10^{-5};$$
$$K_{TEP2} = \frac{3,871}{193116,579} = 2,004 * 10^{-5}.$$

Як бачимо, найбільш ефективним є другий варіант реалізації програми з коефіцієнтом техніко-економічного рівня $K_{TEP1} = 2,004 * 10^{-5}$. Розробка цього варіанта передбачає такі обов'язкові завдання як:

- 1) розробка проекту програмного продукту;
- 2) розробка програмної оболонки.
- 3) обробка інтерфейсу готових бібліотек.

Даний варіант виконання системи дає користувачеві зручний інтерфейс, непоганий функціонал і швидкодію.

Висновки

Проведені дослідження продемонстрували ефективність використання методу функціонально-вартісного аналізу для визначення варіантів можливих рішень шляхом вибору альтернатив у багатокритеріальних задачах. Здійснені розрахунки на основі математичного апарату методу дозволили визначити варіант тендерних пропозицій, що є оптимальним з точки зору якісно-економічної оцінки.

Цей підхід може бути застосовним для побудови системи підтримки прийняття рішень, що збирає та аналізує дані, синтезуючи їх для створення вичерпних інформаційних звітів для експертів і проведення відповідних розрахунків.

Подібна СППР може бути надзвичайно корисним інструментом у діяльності будь-якої організації, щоби полегшити менеджерам прийняття оперативних рішень. Узагалі, СППР не призначені для усунення «поганих» рішень. Однак використання в таких системах відпрацьованих математичних методів, як от ФВА, може суттєво допомогти менеджерам різного рівня уникнути плутанини, неправильного сприйняття та неточного аналізу, і, врешті-решт, знизити тягар відповідальності, що лежить на них.

1. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин / за ред. О.В. Горика. Харків: Вид-во «НТМТ», 2017. 448 с.: 52 іл. ISBN 978-966-2989-39-7.
2. Holsapple C.W., Whinston A.B. Decision Support Systems (a knowledge based approach). New York: West Publishing Company, 2003. 860 p.
3. Олексюк О.С. Системи підтримки прийняття фінансових рішень на мікрорівні. Київ: Наук. думка, 1998. 508 с.
4. Saaty, Thomas L. Mathematical Principles of Decision Making (Principia Mathematica Decernendi). Pittsburgh: RWS. 2009, 562 p. ISBN 1-888603-10-0.
5. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Системний аналіз: проблеми, методологія, приложения. Київ: Наук. думка. 2005. 743 с.
6. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень. Київ: ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.
7. Берсуцький Я.Г., Лепа Н.Н., Гузь Н.Г. Прийняття рішення в управлінні економічними об'єктами: методи та моделі. НАНУ ІЭП. Донецьк: Юго-Восток, ЛТД, 2002. 276 с.
8. Hallowell, David L. Analytical Hierarchy Process (AHP) — Getting Oriented. *IsixSigma journal*. 2005.
9. Nesterenko O., Netesin I., Polischuk V., and Selin Y. Multifunctional Methodology of Expert Evaluation Alternatives in Tasks of Different Information Complexity. Proceedings of 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). 2021. P. 226–231. Doi: 10.1109/ATIT54053.2021.9678742
10. Nesterenko O., Netesin I., Polischuk V., and Selin Y. Graph-based decision making for varying complexity multicriteria problems. *Computer Science Journal of Moldova*. 2022. Vol. 30, No.3(90). P. 391–412. Doi:10.56415/csjm.v30.21.
11. Sato Y., Kaufman J. J. Value analysis tear-down: a new process for product development and innovation. N.Y.: Industrial Press, 2005. P. 26. 207 p. ISBN 0-8311-3203-5.
12. Kelly J., Male S., Graham D. Value Management of Construction Projects. Hoboken (New Jersey): Blackwell Science, 2004. P. 13. 369 p. ISBN 0-632-05143-4.
13. Сосновский Я.Ш., Ткаченко П.Г. Функционально-стоимостной анализ. Киев: Техника, 1986. 143 с.

Надійшла до редакції 04.04.2023